

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – PIRASSUNUNGA**

**ZEB0562**  
**CÁLCULO NUMÉRICO**



**PROF. DR. JOSÉ A. RABI**  
**DEPTO. ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

# INTRODUÇÃO AOS MÉTODOS NUMÉRICOS



- REPRESENTAÇÃO DE NÚMEROS
- ARREDONDAMENTO versus TRUNCAMENTO
- ERROS EM CÁLCULOS NUMÉRICOS

# Representação de números

- Representação de números com ponto fixo
  - Quantidade fixa de algarismos na parte decimal (fracionária)
  - Exemplos: com 3 casas decimais → 62.348 , 0.013 , -2.000
- Representação de números com ponto flutuante
  - Quantidade fixa de algarismos significativos
    - ↓
    - Algarismo significativo: todo e qualquer algarismo que compõe um dado número, exceto a eventuais zeros que antecedem o primeiro algarismo não nulo (= exceto “zeros à esquerda”)
  - Exemplos: c/ 3 significativos →  $6.23 \times 10^2$  ,  $1.71 \times 10^{-14}$  , -2.00
    - ↓
    - Sistemas computacionais → 6.23E02 , 1.71E-14 , -2.00E00



# Arredondamento versus truncamento

- Arredondamento de:  $a_n \dots a_0 . a_{-1} a_{-2} \dots a_k a_{k-1} a_{k-2} \dots$ 
  - Descartar algarismos a partir do  $k$ -ésimo decimal (exclusive)
  - Algarismos descartados formam um número:  $0.a_{k-1} a_{k-2} a_{k-3} \dots$

↓

  - Se  $< \frac{1}{2}$  →  $k$ -ésimo decimal mantém-se inalterado
  - Se  $> \frac{1}{2}$  → somar 1 ao  $k$ -ésimo decimal
  - Se  $= \frac{1}{2}$  →  $k$ -ésimo decimal arredondado p/ o par mais próximo
    - Ex: arredondar p/ 1 decimal → 3.461 , 3.547 , 3.550 , 3.450  
**3.5 , 3.5 , 3.6 , 3.4**
    - Sistemas computacionais: regras combinadas (representação)

Se o número  $0.a_{k-1} a_{k-2} a_{k-3} \dots \geq \frac{1}{2}$  → somar 1 ao  $k$ -ésimo decimal
- Truncamento: descarte a partir do  $k$ -ésimo decimal



# Erros em cálculos numéricos

- Avaliação (determinação) de grandezas físicas
  - Valor exato  $x$  de qualquer grandeza física → desconhecido
  - Valor aproximado  $\bar{x}$  → certa quantidade de significativos

---

ERRO ABSOLUTO

---

$$\varepsilon = x - \bar{x}$$

---

ERRO RELATIVO

---

$$\varepsilon_r = \frac{x - \bar{x}}{x} = \frac{\varepsilon}{x}$$

---

- Natureza dos erros em cálculos numéricos
  - Erros experimentais: imprecisão nos dados (medições)
  - Erros numéricos: arredondamento / truncamento em cálculos
  - **Erros de programação: digitação, expressões, algoritmos**

